



RAFAEL RESENDE FARIA

**INCIDÊNCIA DE DANOS E A QUALIDADE FISIOLÓGICA
DE SEMENTES DE SOJA COLHIDAS COM DIFERENTES
METODOLOGIAS E UMIDADES**

**LAVRAS – MG
2019**

RAFAEL RESENDE FARIA

**INCIDÊNCIA DE DANOS E A QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE
SOJA COLHIDAS COM DIFERENTES METODOLOGIAS E UMIDADES**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Everson Reis Carvalho
Orientador

Msc. Leandro Vilela Reis
Co-orientador

**LAVRAS - MG
2019**

RAFAEL RESENDE FARIA

**INCIDÊNCIA DE DANOS E A QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE
SOJA COLHIDAS COM DIFERENTES METODOLOGIAS E UMIDADES**

**INCIDENCE OF DAMAGES AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SOYBEAN
SEEDS HARVESTED WITH DIFFERENT METHODOLOGIES AND MOISTURES**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 21 de novembro de 2019.

Dra. Raquel Maria de Oliveira Pires UFLA
Msc. Debora Kelli Rocha UFLA

Prof. Dr. Everson Reis Carvalho
Orientador

Msc. Leandro Vilela Reis
Co-orientador

**LAVRAS - MG
2019**

Deus, minha fortaleza...

*Aos meus pais Ana Paula e Wanderlei, minha família, amigos, professores e colegas que me
acompanharam em minha jornada de aprendizado.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente meus pais Wanderlei Rodrigues Resende e Ana Paula Batista de Faria Resende por ter dado todo apoio que eu precisei durante toda minha graduação com conselhos, força e por nunca me deixar sozinho.

Meu irmão Matheus Resende Faria por sempre acreditar em mim e sempre está querendo meu bem para que eu consiga seguir minha carreira acadêmica.

Minha namorada Camilla Guerini Fonseca que nos momentos de dificuldade nessa jornada acadêmica sempre esteve ao meu lado me dando força e estendendo o braço para que eu sempre levante nas horas de fragilidade.

A Deus por me mostrar resiliência nos momentos de dificuldade.

Um agradecimento especial para a república Rancho 51 e Kana Sutra por ter proporcionado vários momentos de amizade, companheirismo, novas experiências e convívio com várias pessoas espetaculares que levarei para toda minha vida.

Ao Setor de Semente e aos professores e servidores do setor que me deu todo os insumos para meu crescimento acadêmico e pessoal, juntamente a Sementes valiosas que nos deu todos os recursos para que o nosso trabalho fosse feito com excelência.

Agradecer a Universidade Federal de Lavras – UFLA e o departamento de agricultura DAG pelo acolhimento em todas as instalações utilizadas.

Agradeço muito meu Orientador Everson Reis Carvalho pelo o suporte, e um agradecimento muito especial para o Leandro Vilela Reis que além de virar um grande amigo me deu todo o suporte e atenção durante essa pesquisa do TCC.

Obrigado a todos!

RESUMO

A colheita é um dos pontos críticos no processo de produção de sementes de soja de alta qualidade. O momento adequado para se efetuar a colheita pode variar em função do tipo de colheita e do grau de umidade das sementes, a fim de proporcionar menores índices de danos mecânicos, que são um dos principais limitantes para produção de sementes de soja com elevada qualidade. Outro fator relevante é o tempo de permanência das sementes no campo após a maturidade fisiológica prejudica o processo de deterioração das sementes. A deterioração pode ser acelerada em função das condições climáticas desfavoráveis, como chuvas, altas temperaturas e elevada umidade relativa do ar entre a maturidade fisiológica e a colheita. O objetivo neste trabalho foi determinar a incidência de danos mecânicos, danos por umidade e a qualidade fisiológica de sementes de soja colhidas de forma manual e mecânica com diferentes teores de água. Foi conduzido um campo de produção de sementes da cultivar de soja M5917IPRO, no município de Madre de Deus de Minas, Minas Gerais. O experimento foi realizado em arranjo fatorial 2 x 2, envolvendo épocas e tecnologias de colheita, com 5 repetições. As sementes foram colhidas manualmente ou por colhedora com sistema de trilha axial, quando atingiram 19% e 13,5% de teor de água. As sementes colhidas com 13,5% de umidade não foram submetidas à secagem artificial, já as colhidas a 19%, foram secadas artificialmente até 13,5% de teor de água. As sementes foram avaliadas por meio dos testes de germinação, envelhecimento acelerado e tetrazólio (vigor: TZ 1-3), (danos mecânicos: TZ 1-8) e (danos por umidade: TZ 1-8). O retardamento de colheita, entre 19% e 13,5% de teor de água nas sementes, proporcionou maiores incidências de danos mecânicos e deterioração por umidade nas sementes, independente da metodologia de colheita. A colheita mecânica ocasionou maior ocorrência de danos mecânicos, independente do teor de água das sementes. A metodologia de colheita não influenciou na ocorrência de danos por umidade nas sementes. A incidência de danos mecânicos e por umidade depreciaram a qualidade fisiológica das sementes produzidas. A colheita manual com sementes a 19% proporcionou maior qualidade fisiológica das sementes.

Palavras-chave: *Glycine max*. Colheita de sementes. Retardamento de Colheita. Vigor.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO	8
2.1. Importância da Soja	8
2.2. Qualidade da semente de Soja	10
2.3. Épocas e metodologias de colheita de sementes	11
3. MATERIAIS E MÉTODOS	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
5. CONCLUSÕES	21
REFERÊNCIAS	22

1. INTRODUÇÃO

O agronegócio tem grande importância para o Brasil no que se refere a participação na economia do nosso país, onde sua representatividade no PIB é expressiva. Atualmente o Brasil vem se destacando cada vez mais e ocupando posições relevantes no cenário mundial do agronegócio, e um dos principais produtos responsáveis por este cenário é a soja (TREICHEL, et al, 2016). Atualmente o Brasil está entre os maiores produtores mundiais de soja, juntamente com os Estados Unidos. Na safra 2018/19 no Brasil foram cultivados 35,822 milhões de hectares alcançando uma produção de 120,9 milhões de toneladas de grãos (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2019). Sendo a cultura que ocupa a maior área agrícola no país.

Grande parte do aumento da produção de soja no Brasil se deve a utilização de sementes de alta qualidade, aos avanços científicos com as biotecnologias e a utilização de tecnologias no campo (HUNGRIA et al. 2005). Vale ressaltar que a qualidade da semente interfere não só no insumo semente, mas em todo sistema de produtivo, fato que destaca a semente como uma matéria prima de suma importância para formação de lavouras de altas produtividades (COSTA et al. 2011). Para que seja alcançada uma alta qualidade de semente é imprescindível cuidado em todo processo produtivo, desde campo de produção, colheita, processamento, armazenamento, tratamento e comercialização.

São vários os fatores que influenciam na perda de qualidade das sementes no campo, como altos índices de chuva, alterações de umidade no ar e temperaturas, no período de maturidade fisiológica anterior a colheita dentre outros a ocorrência dessas mudanças climáticas gera danos na qualidade fisiológica, física e sanitária das sementes. Por isso, indica-se que para se obter sementes com qualidade, estas devem ser colhidas e processadas o mais rápido possível, para diminuir perdas no campo oriundas de mudanças climáticas e ataques externos como pássaros, insetos, fungos e bactérias (ZUFFO et al., 2017).

Por isso é grande a dificuldade de produzir sementes de qualidade, pois vários fatores podem provocar danos as sementes, se forem mal conduzidos, como ponto de colheita e tipo de colheita. Os danos por umidade são causados pela exposição das sementes a diferentes umidades, decorrente de chuvas, neblina e orvalho. O retardamento da colheita, a fim de que as sementes passem pelo processo de secagem natural no campo até que atinjam umidade baixa para não precisarem serem secas artificialmente, faz com que as mesmas fiquem expostas a variações de temperaturas e precipitações, que expõem as sementes a frequentes embebições e

desidratação, causando enrugamentos e estrias, prejudicando sua qualidade fisiológica (FRANÇA NETO et al., 2016).

Outra fonte de dano nas sementes no campo é a colheita mecanizada, que ao passar pelo sistema de trilha a semente fica susceptível a danificação mecânica. A semente de soja é suscetível à danificação de natureza mecânica, uma vez que o eixo embrionário está situado sob tegumento pouco espesso, que praticamente não oferece proteção (OLIVEIRA; SADER; KRZYZANOWSKI, 1999). A realização da colheita antecipada, com teores de água nas sementes em torno de 18%, pode ser adotada, no caso de o produtor ter o conhecimento do sistema de trilha da colhedora e disponibilidade de secadores adequados, tendo como objetivo a não ocorrência de elevados índices de danos mecânicos latentes e diminuir o tempo de exposição das sementes aos intempéries climáticas no campo (FRANÇA NETO et al., 2007). Porém, estudos para mais informações em situações específicas são necessários.

Sendo assim, o objetivo neste trabalho foi determinar a incidência de danos mecânicos, danos por umidade e a qualidade fisiológica de sementes de soja colhidas de forma manual e mecânica com diferentes teores de água.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Importância da Soja

A soja tem como centro de origem e domesticação o nordeste da Ásia na China e regiões próximas (CHUNG; SINGH, 2008). Sua propagação do Oriente para o Ocidente se deu por navegações. No Brasil, o primeiro relato da soja cultivada foi em 1882, no estado da Bahia (BLACK, 2000), depois, imigrantes japoneses levaram a cultura para São Paulo, em seguida, a soja foi cultivada no estado do Rio Grande do Sul, sendo este destino, a região onde as variedades trazidas da América do Norte melhor se adaptaram com as condições climáticas presente na região, principalmente em relação ao fotoperíodo (FREITAS, 2011).

A cultura da soja tem grande destaque na economia mundial com utilização dos grãos pela agroindústria para produção de diversos produtos como óleo vegetal, rações animais, utilização na indústria química e alimentícias e atualmente crescente sua utilização como fonte alternativa de biocombustível (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS, 2017).

O complexo da soja se alastrou por todo território brasileiro devido a avanços científicos e a disponibilização de tecnologias ao setor produtivo, com destaque ao

melhoramento genético e manejo da cultura e dos solos que proporcionaram a adaptação climática da cultura as diferentes regiões do Brasil e a abertura de fronteiras agrícolas, possibilitando maiores produtividades e consequente maior produção nacional desse grão (SEDIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2009).

O grão de soja é atrativo a nível nacional e mundial, principalmente devido a sua composição química que possui em média 40% de proteínas e 20% de óleo, propiciando múltiplas utilizações comerciais e a formação do complexo industrial destinado ao seu processamento (SEDIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2009). A soja tem uma grande importância econômica para o Brasil, pois tem um papel fundamental para o produto interno bruto (PIB) e geração de divisas (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2011). Sendo o Brasil e os Estados Unidos os maiores produtores mundiais de soja, nossa área plantada é de 35,822 milhões de hectares com uma produção de 120,9 milhões de toneladas (CONAB, 2019).

São vários os fatores que contribuíram para expansão da soja no país, sendo a adoção de novas tecnologias pelos agricultores, como, alta qualidade da semente, manejo da fertilidade do solo, material genético, transgenia, manejo de pragas e doenças e mecanização, os principais elementos que alavancaram a cultura (HUNGRIA et al., 2005). Algumas dessas tecnologias são veiculadas por meio das sementes, caracterizando-se assim como um dos principais insumos, ocupando papel fundamental em todo sistema de produção (COSTA et al., 2011), por isso a qualidade das mesmas está cada vez mais requerida e valorizada.

A indústria sementeira do Brasil produz anualmente mais de 3,0 milhões de toneladas de sementes de soja, cultivados em aproximadamente 2 milhões de hectares em todo o país (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE SEMENTES DE SOJA, 2018). O mercado de sementes brasileiro movimentou nos últimos anos em média 10 bilhões de reais por ano, sendo 37% deste valor obtido com a produção de sementes de soja (TREICHEL; CARVALHO; BELING, 2016).

Neste contexto, a base que sustenta todo o processo produtivo é a semente, sendo a utilização de sementes de alta qualidade primordial para certificação da formação de estandes adequados com plantas de alto desempenho que contribuam para o aumento da produtividade de grãos (KRZYZANOWSKI, et al. 2015).

2.2. Qualidade da semente de Soja

A semente é insumo primordial para formação de uma lavoura uniforme e sem falhas, por isso que qualidade de semente tem grande importância e valia, justificando o uso de sementes de alta qualidade para obtenção de altas produtividades (BAGATELI et al., 2019).

A semente é responsável por levar inovações tecnológicas e ganhos genéticos resultantes dos trabalhos de melhoramento até o campo, sendo um insumo biológico de perpetuação das espécies e transferência de tecnologia. Por ser um organismo vivo, a qualidade das sementes pode ser afetada por vários fatores, desde a fecundação até o momento da semeadura, como: genótipo, condições ambientais durante o desenvolvimento das sementes, fertilidade do solo e nutrição mineral, posição da semente na planta mãe, época e técnicas de colheita, condições de armazenamento e tratamentos pré-semeadura (MARCOS FILHO, 2015).

O conceito de qualidade de sementes pode ser focado abordando os seus componentes principais: qualidade fisiológica, genética, sanitária e física. Porém, a qualidade de sementes é, na realidade, uma interação de seus componentes. Sendo que um determinado lote de sementes apresenta bons padrões de qualidade, quando suas qualidades fisiológica, genética, sanitária e física são excelentes (FRANÇA NETO et al., 2010).

A qualidade fisiológica é um indicador da capacidade da semente mostrar funções vitais, tal como germinação, longevidade e vigor, obtendo uma garantia na quantidade e na uniformidade da emergência das plântulas (PESKE et al., 2012). Entretanto, se os fatores sanitários não forem sanados adequadamente irá ocorrer uma diminuição da qualidade fisiológica das sementes, que irão servir de meio de contaminação de outras áreas. Também é de suma importância a pureza genética para que a cultivar possa expressar em sua perfeição todos os seus fatores de qualidade agrônômica, quais sejam ciclo, produtividade, resistência a pragas e doenças e seja uniforme no campo (DANELLI et al., 2011).

Outro componente importante é a qualidade física da semente de soja, sendo que sementes sem danos mecânicos constituem num pré-requisito essencial para formação de lavouras uniformes e produtivas (KRZYZANOWSKI et al., 2015).

A qualidade sanitária da semente é de extrema importância, pois afeta negativamente a qualidade fisiológica das mesmas, bem como a sanidade da lavoura, pois diversos fungos como *Phomopsis* spp., *Colletotrichum truncatum*, *Fusarium* spp. (fitopatógenos) e *Aspergillus* spp. e *Penicillium* sp. (fungos de armazenamento), ao infectarem a semente, contribuem para a redução do vigor e da germinação (HENNING, 2005).

Já o vigor é o conjunto das propriedades da semente ou do lote de sementes, que determinam sua capacidade de gerar uma plântula normal quando exposta a diferentes condições ambientais (MARCOS FILHO, 2015). Dessa forma, as sementes vigorosas, podem assegurar uma população de plantas adequada sobre variações de condições ambientais de campo encontradas durante a emergência e estabelecimento na lavoura, proporcionando uma maior velocidade na emergência, e conseqüentemente vantagens no aproveitamento de água, luz e nutrientes (HENNING et al., 2010).

Portanto, após o exposto é possível perceber que é fundamental o cuidado com a qualidade do material a ser semeado no empreendimento agrícola. Segundo o quinto levantamento de produtividade de grãos realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento, a soja terá um aumento de produção ultrapassando de 115,030 milhões de toneladas na safra de 2018/2019 para 120,393 milhões de toneladas na safra 2019/2020 concedendo um impacto na produção de alimentos. A partir de que a demanda por alimentos vai aumentando no mundo proporcionalmente irá acontecer um ganho na produção e na produtividade de alimentos, que é feita pela colocação de novas tecnologias e a utilização de sementes de qualidade, tendo observado a não necessidade de aumento de áreas cultiváveis. Obtivemos um aumento de produtividade de grãos de 3.206 kg/ha para mais de 3.292 kg/há com um crescimento de 35.874,1 para 36.571,2 de área (em mil hectares) na safra 2018/2019, somando aproximadamente 58 milhões de hectares, o que prova que não houve somente um crescimento na produção, mas houve também um crescimento de produtividade (CONAB, 2019).

A qualidade fisiológica da semente de soja pode ser afetada por fatores de deterioração que ocorrem no campo e que abrangem os danos causados por percevejo, danos por umidade e os danos mecânicos, que ocorrem nas máquinas colhedoras. O dano por umidade é oriundo das oscilações do grau de umidade das sementes decorrentes de chuvas, neblina e orvalho, principalmente quando associadas com temperaturas elevadas, provocando rugas características no tegumento na região oposta ao hilo. Esse enrugamento é decorrente de sucessivos ciclos de hidratação (expansão do volume da semente) e desidratação (contração) do tegumento e dos cotilédones em proporções diferentes (FRANÇA NETO et al., 2016).

2.3. Épocas e metodologias de colheita de sementes

Na agricultura o planejamento é uma etapa fundamental para que se obtenha uma lavoura produtiva, e para produção de sementes de soja o planejamento para colheita em uma época favorável é ponto chave para se obter sementes de alta qualidade. Para a soja, a colheita

é uma das etapas mais difíceis do processo de produção, pois pode acarretar perdas na qualidade das sementes (FRANÇA NETO et al., 2007), que podem refletir mais intensamente na deterioração das sementes, aumentando após período de armazenamento.

Para colheita é de extrema importância saber o ponto de maturidade fisiológica das sementes, pois é momento no qual as sementes apresentam sua maior qualidade fisiológica e irão se desligar fisiologicamente da planta mãe. Nesse momento, não ocorrem acréscimos de matéria seca, o teor de água será diminuído e a semente apresenta máxima capacidade germinativa e vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Logo após a maturidade fisiológica, problemas degenerativos são mais frequentes, observando que a qualidade fisiológica das sementes pode se manter ou ser prejudicada cada dia que passa no campo, dependendo das condições ambientais no período que antecede a colheita e da condução dos processos de colheita (FRANÇA NETO et al., 2010).

O momento “ideal” para colheita de sementes de soja é no seu ponto de maturidade fisiológica, no entanto o alto teor de água existente ainda na semente nesse período, 30-65% de umidade, impossibilita a colheita mecanizada (SEDIYAMA, 2016). Em geral, o produtor aguarda a redução de umidade nas sementes e inicia a colheita logo quando possível. Para a soja é recomendado a colheita entre 12% e 15% de teor de água (CARVALHO; NOVEMBRE, 2012) (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2006), pois nesta faixa há menor ocorrência de injúrias mecânicas.

A qualidade das sementes de soja pode sofrer danos por vários fatores, destacando-se: a colheita mecanizada, por causarem injúrias mecânicas as sementes (CUNHA et al., 2009), o teor de umidade das sementes durante a colheita (TERASAWA et al., 2009) e o fator genético de cada genótipo (DINIZ et al., 2013).

Resultados de pesquisa evidenciam que sementes de soja colhidas com teor de água de 13% proporcionaram menores índices de danos mecânicos, menores quebras de sementes e menores impurezas, indicando, que neste teor, a semente de soja apresenta melhor padrão de qualidade (COSTA et al., 2002). A realização da colheita antecipada, com teores de água nas sementes em torno de 18%, pode ser adotada, no caso de o produtor ter o conhecimento do sistema de trilha e disponibilidade de secadores adequados, tendo como objetivo a não ocorrência de elevados índices de danos mecânicos latentes (FRANÇA NETO et al., 2007).

O excesso de chuvas associado à ocorrência de altas temperaturas durante a fase final do ciclo de maturação da soja, principalmente em regiões tropicais, acarreta severos danos à produção de sementes, pois além de favorecer sucessivos processos de embebição e secagem

das sementes, também propicia altos índices de infecção que estão associados à baixa qualidade fisiológica e sanitária (COSTA et al., 2003).

Alterações de umidade relativa do ar, temperatura e precipitações no período após a maturidade fisiológica e anterior a colheita, pode gerar danos na qualidade fisiológica, física e sanitária das sementes. Devido a isso, indica-se que para se obter sementes de alta qualidade, esta deve ser colhida e processada o mais rápido possível, para diminuir perdas no campo oriundas de mudanças climáticas e ataques externos como pássaros, insetos, fungo e bactérias (ZUFFO et al., 2017).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um campo de produção de sementes de soja da empresa Valiosa Sementes na safra 2018/2019, com a cultivar M5917IPRO, no município de Madre de Deus de Minas, Minas Gerais. As análises das sementes foram realizadas no Laboratório Central de Sementes do Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais.

Os procedimentos de colheita envolveram duas metodologias e dois teores de água nas sementes. As sementes foram colhidas manualmente ou por colhedora, quando as mesmas atingiram 19% e 13,5% de teor de água (b.u).

Para colheita manual foram demarcadas 5 parcelas casualizadamente para cada umidade de colheita no campo de produção, as parcelas foram constituídas de 4 linhas de 5 metros de comprimento espaçadas em 0,5 m, totalizando 10 m² de parcela. Logo após a colheita manual, na mesma área experimental foi realizada a colheita mecanizada. Para as 5 repetições da colheita mecanizada foram retiradas amostras de sementes casualizadamente em diferentes pontos do tanque graneleiro da colhedora, durante o processo de colheita mesma área experimental.

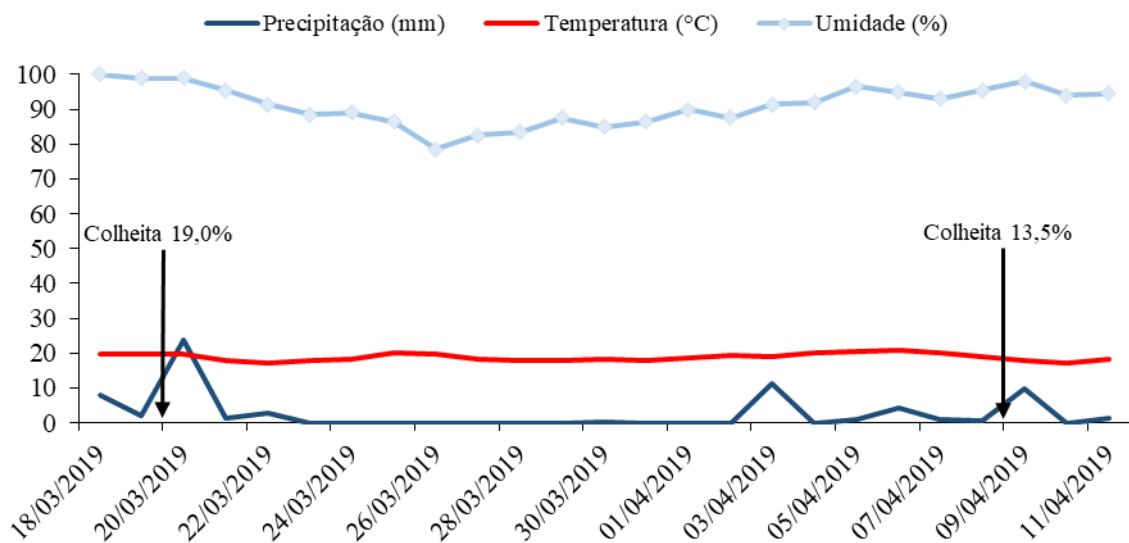
Para realização da colheita manual, as plantas foram arrancadas por sua haste principal rente ao solo, amarradas e encaminhadas para o para trilha manual imediatamente após a colheita. Para a colheita mecânica foi empregada a colhedora automotriz da empresa parceira, Modelo CASE IH Axial-Flow 8230, sistema de trilha axial.

Para determinar o momento da colheita, foram realizadas coletas diárias das sementes de soja, duas vezes ao dia (pela manhã e no período da tarde), em pontos aleatórios do campo de produção, iniciadas quando as plantas de soja atingiram o estágio de desenvolvimento R7 (início da maturação/maturidade fisiológica), segundo descrição fenológica proposta por Fehr

et al. (1971). O teor de água das sementes foi determinado por meio do medidor de umidade de grãos portátil Modelo GEHAKA G610i.

A colheita das sementes de soja com 19,0% de umidade ocorreu no dia 20 de março de 2019 e a colheita das sementes com 13,5% de umidade ocorreu no dia 09 de abril de 2019, ocasionando um retardamento de 20 dias entre as colheitas das sementes com diferentes teores de água. As condições climáticas durante o período de colheita das sementes são mostradas na Figura 1, com dados relativos a precipitação, temperatura média do ar e umidade relativa, coletados na estação meteorológica da fazenda onde situava-se o campo de produção (Estação meteorológica inteligente Zeus Agrotech). No período de retardamento de colheita, 20 dias, foi observado um acúmulo de 46 mm de precipitação pluviométrica (FIGURA 1).

Figura 1 – Precipitação pluviométrica (mm), temperatura média do ar (°C) e umidade relativa (%) no período de colheita de sementes de soja de 18/03 até 11/04 na safra 2018/19 no município de Madre de Deus de Minas, MG.



As sementes colhidas com 13,5% de umidade não foram submetidas à secagem. As sementes colhidas a 19%, imediatamente após a trilha manual ou coleta na colhedora, foram secadas em protótipos de secadores estacionário, adotando-se 32°C como temperatura máxima da massa de sementes, até que as sementes atingissem 13,5% de teor de água.

As amostras das sementes foram acondicionadas em sacos de papel do tipo Kraft e armazenadas em temperatura ambiente até as seguintes avaliações:

Germinação: no teste de germinação foram utilizadas duas replicatas de 50 sementes para cada repetição de colheita em campo. A semeadura foi realizada em substrato rolo de papel para germinação, umedecidos com 2,5 vezes o peso do substrato papel em água destilada, e

foram mantidos em germinador à 25 °C, por um período de 8 dias. As avaliações foram realizadas aos 5 e 8 dias após a sementeira, seguindo as prescrições contidas nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009), considerando o número de plântulas normais. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Envelhecimento acelerado: o método utilizado foi o da caixa plástica tipo gerbox adaptada, contendo 40 mL de água e uma camada única de sementes cobrindo toda a tela suspensa. Posteriormente, essas caixas foram colocadas em câmara tipo BOD a 42°C por 48 horas (MARCOS FILHO, 1999). Após, duas repetições de 50 sementes para cada repetição de colheita em campo foram colocadas para germinar conforme metodologia descrita para o teste de germinação (BRASIL, 2009), e a avaliação foi realizada cinco dias após a sementeira, com os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

Teste de tetrazólio (TZ): para o Teste de Tetrazólio foram utilizadas 100 sementes (2 subamostras com 50 sementes cada) para cada repetição de colheita em campo. Para o pré-umedecimento as sementes foram colocadas entre papel úmido por 16h a 25°C. Para a coloração foi utilizado o sal 2, 3, 5 trifenil cloreto de tetrazólio a 0,075%, onde as sementes ficaram por 3h a 40°C, na ausência de luz. Ao final do período de coloração, a solução foi descartada e as sementes foram lavadas em água corrente e mantidas submersas até o final da avaliação para evitar que ficassem ressecadas. O resultado foi expresso pela porcentagem de sementes vigorosas (classificadas nos níveis 1 a 3), sementes danificadas mecanicamente (classificadas nos níveis 1 a 8) e sementes deterioradas por umidade (classificadas nos níveis 1 a 8), conforme metodologia proposta por França Neto, Krzyzanowski e Costa (1998).

Delineamento e Análise estatística: O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2 x 2, cujo fatores foram dois teores de água na colheita (19,0 e 13,5%) e duas metodologias de colheita (manual e mecânica), com cinco repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com auxílio do software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2014) a 5% de probabilidade, pelo teste F. Quando necessário os dados foram transformados em $(x + 1)^{1/2}$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 é apresentado o resumo da análise de variância, nota-se interação entre tipo de colheita (C) e umidade de colheita (U) para os testes de germinação (GERM.) e envelhecimento acelerado (E.A). Para danos mecânicos determinados pelo teste de tetrazólio (TZ 1-8) (D.M.) e vigor determinado pelo teste de tetrazólio (TZ 1-3) (VIG.) houve efeito

isolado para tipo de colheita e umidade de colheita, já para deterioração por umidade determinada pelo teste de tetrazólio (TZ 1-8) (D.U.) houve efeito isolado somente para o fator umidade de colheita, não havendo efeito significativo para o tipo de colheita.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância dos resultados de deterioração por umidade (D.U.), danos mecânicos (D.M.), vigor (VIG.), germinação (GERM.) e envelhecimento acelerado (E.A.) em sementes de soja, cultivar M5917IPRO, colhidas de forma manual ou colhedora (C) com 19,0 ou 13,5% de umidade (U).

FV	GL	Quadrados médios				
		D.U.	D.M. ¹	VIG.	GERM.	E.A.
Colheit. (C)	1	6,05	14,65*	520,20*	92,45*	1901,25*
Umíd. (U)	1	2952,45*	5,43*	145,80*	120,05*	530,45*
C*U	1	0,45	2,68	0,80	76,05*	281,25*
Resíduo	16	14,00	0,29	9,70	12,58	21,10
CV (%)		10,99	26,68	3,50	3,89	6,55
Média ²		34,05	17,40	89,0	91,25	70,15

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F ($p < 0,05$). ¹Dados transformados em $(x + 1)^{1/2}$.

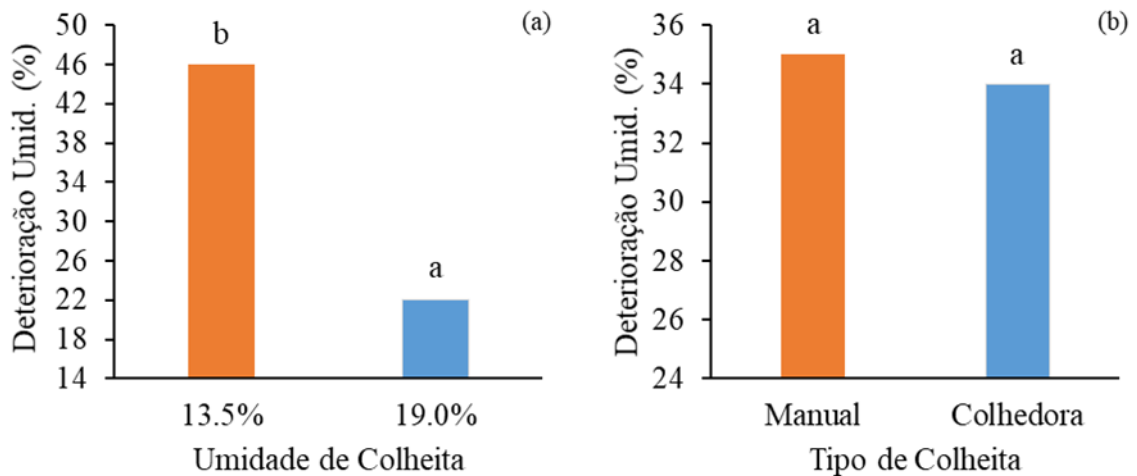
²Média original.

Para a porcentagem média de deterioração por umidade determinada pelo teste de tetrazólio (TZ 1-8), apresentada na Figura 2, as sementes colhidas com 19,0% de umidade apresentaram 22% de deterioração por umidade, 24% a menos que as sementes colhidas com 13,5% de umidade, que apresentaram 46% de incidência de danos por umidade (FIGURA 2 a). Fato esse provocado pelo atraso da colheita em 20 dias até que as sementes atingissem 13,5% de umidade, nesse período de retardamento de colheita as sementes ficaram expostas no campo as diversas intempéries, dentre elas a precipitação acumulada nesse período em 46 mm, como observado na Figura 1.

O dano por umidade é oriundo das oscilações do grau de umidade das sementes decorrentes de chuvas, neblina e orvalho que atingem as sementes no campo, provocando rugas características no tegumento. Esse enrugamento é decorrente de sucessivos ciclos de hidratação (expansão do volume da semente) e desidratação (contração) do tegumento e dos cotilédones em proporções diferentes (FRANÇA NETO et al., 2016).

Entre o tipo de colheita a porcentagem média de deterioração por umidade não diferiu estatisticamente (FIGURA 2 b). A colheita está relacionada com a danificação mecânica das sementes, sendo o dano por umidade provocado por oscilações do teor de água das sementes, principalmente provocados por atrasos na colheita e precipitações.

Figura 2 – Porcentagem média de deterioração por umidade determinada pelo teste de tetrazólio (TZ 1-8) em sementes da cultivar de soja M5917IPRO colhidas com diferentes teores de água (19,0 e 13,5%) (a) de forma manual e colhedora (b).



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 5%.

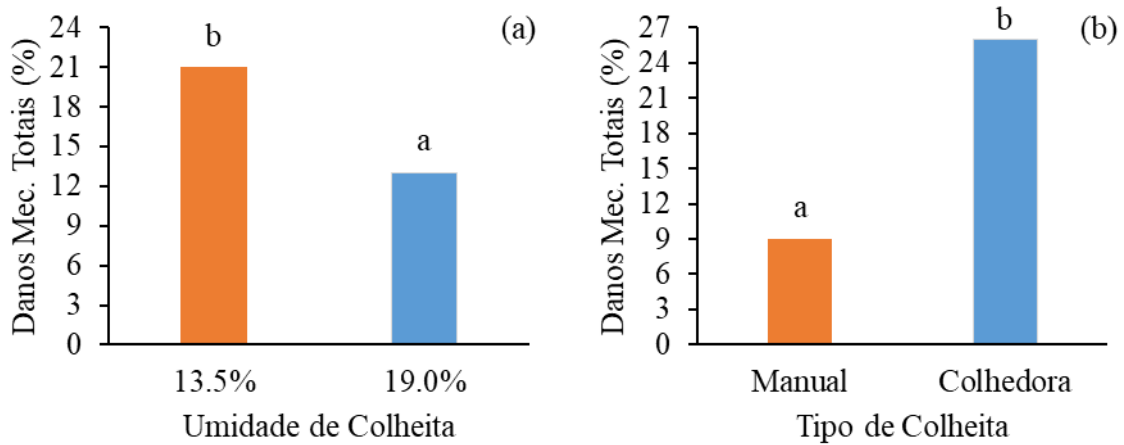
A porcentagem média de danos mecânicos totais determinada pelo teste de tetrazólio (TZ 1-8) apresentados na Figura 3 demonstram que houve diferença entre as umidades de colheita e tipo de colheita. As sementes colhidas com 19,0% de umidade apresentaram 13% de danos mecânicos totais ao passo que as colhidas com 13,5% de umidade apresentaram 21% de danos mecânicos totais, ou seja, 8% a mais de danos com o atraso de colheita (FIGURA 3 a). O reitera a importância do momento adequado de colheita.

Sementes colhidas manualmente apresentaram taxa de danos mecânicos totais de 9% e as colhidas com sistema mecanizado apresentaram uma taxa de 27% de danos mecânicos totais, observando um aumento de 18% de danos com a colheita mecânica (FIGURA 3 b). Fato esse devido aos impactos causados pelo sistema de trilha mecânica das sementes.

Isso demonstra a susceptibilidade das sementes de soja a danos causados pela máquina e que um período maior em campo, principalmente quando submetidas às atividades higroscópicas e ciclos de umedecimento e secagem, acelerara-se o processo de deterioração e fragilizam as estruturas da semente, deixando-as mais susceptíveis a danos mecânicos (HOLTZ; REIS, 2013). Sementes de soja colhidas com teor de água baixo, estão mais propensas ao dano por trincamento e rompimento dos tecidos, comprometendo assim a qualidade do material (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A colheita mecânica é uma das principais fontes de danos mecânicos em sementes. Na colheita, a semente fica particularmente susceptível ao dano mecânico, imediato ou latente, que ocorrem em consequência dos impactos recebidos na trilha (PAIVA et al., 2000).

Figura 3 – Porcentagem média de danos mecânicos determinado pelo teste de tetrazólio (TZ 1-8) em sementes da cultivar de soja M5917IPRO colhidas com diferentes teores de água (19,0 e 13,5%) (a) de forma manual e colhedora (b).



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 5%. As médias originais foram apresentadas, mas os dados foram comparados em função dos dados transformados (Transformação em $(x + 1)^{1/2}$).

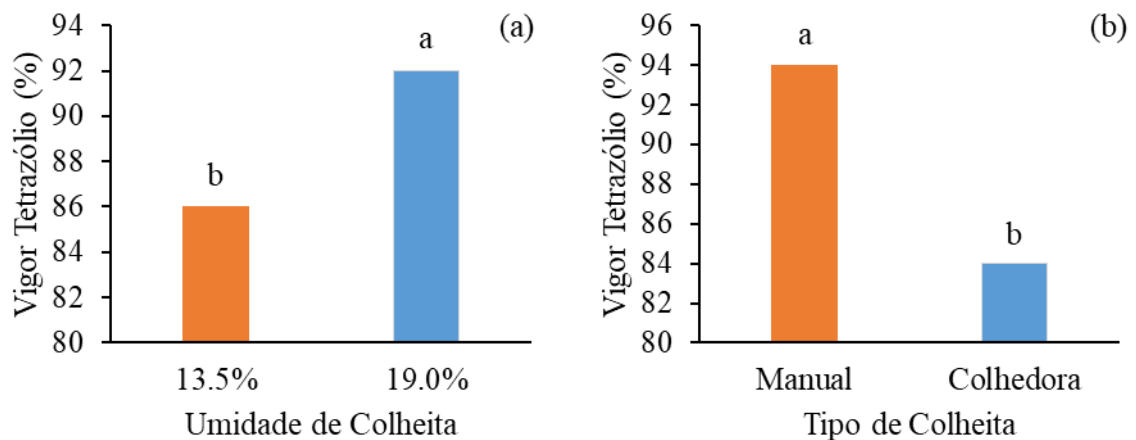
O vigor determinado pelo teste de tetrazólio (TZ 1-3), Figura 4, apresentou diferença entre os tipos e umidades de colheita. As sementes colhidas com 19,0% de umidade apresentaram 92,0% de vigor, 6% a mais que as sementes colhidas com 13,5% de umidade, que apresentaram 86% de vigor (FIGURA 4 a). Fato esse provocado pelo atraso da colheita, e consequência direta da maior deterioração por umidade das sementes colhidas tardiamente.

Nesse período de “armazenamento” em campo as sementes sofreram influências climáticas e foram expostas a precipitações, acelerando seu processo de deterioração e assim refletindo em diminuição de seu vigor. Gris et al. (2010) observaram redução significativa na porcentagem de germinação e vigor das sementes de soja avaliadas com o retardamento da colheita.

O tipo de colheita, independente do teor de água nas sementes, também refletiu na porcentagem de vigor das sementes (FIGURA 4 b), com a colheita manual as sementes apresentaram vigor de 94% e colhendo com sistema mecanizado um vigor de 84%, uma diferença de 10% a menos de vigor para sementes colhidas de forma mecânica. Fato esse correlacionado com a maior danificação mecânica causada pela colhedora, refletindo em menor qualidade fisiológica das sementes.

As partes embrionárias da semente de soja são compostas de um tegumento pouco espesso, o qual lhe confere baixa proteção contra choques e abrasões que se verificam durante a colheita mecânica, comprometendo, na maioria das vezes, a qualidade fisiológica da semente (FRANÇA NETO; HENNING, 1984).

Figura 4 – Porcentagem média de vigor determinado pelo teste de tetrazólio (TZ 1-3) em sementes da cultivar de soja M5917IPRO colhidas com diferentes teores de água (19,0 e 13,5%) (a) de forma manual e colhedora (b).



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 5%

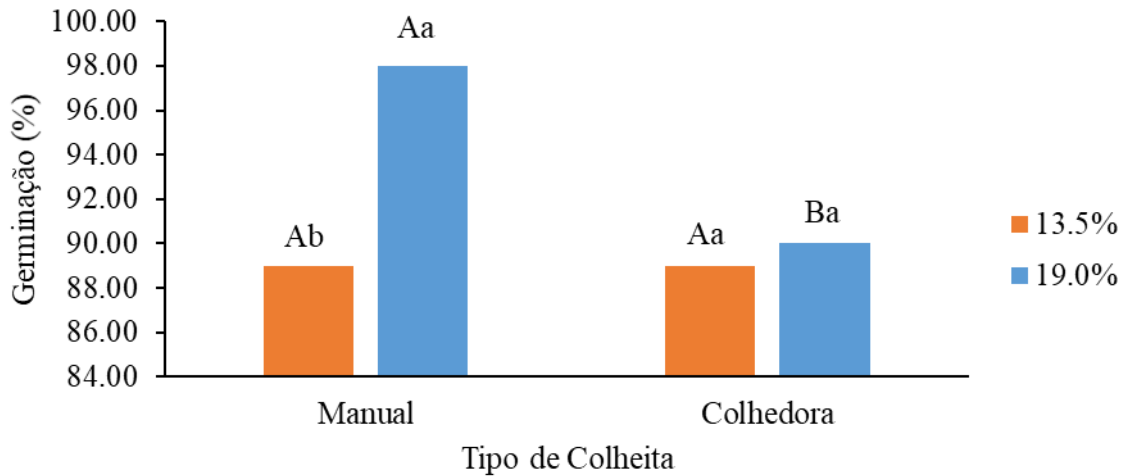
As porcentagens médias de germinação são apresentadas na Figura 5. As sementes colhidas manualmente com 19,0% de umidade apresentaram uma germinação de 98%, 9% a mais que as sementes colhidas com 13,5% de umidade, que apresentaram 89% de germinação. Já as sementes colhidas mecanicamente não apresentaram diferença de germinação para as diferentes umidades de colheita.

Sementes colhidas com 19,0% de umidade apresentaram maior potencial germinativo quando colhidas manualmente, com uma germinação 8% maior do que as colhidas mecanicamente. Já sementes colhidas com 13,5% de umidade não diferiram em seu potencial germinativo com as diferentes formas de colheita.

Com a colheita manual foi possível uma melhor visualização da queda da qualidade fisiológica com o retardamento de colheita, por não causar muitos danos mecânicos nas sementes. Fato não observado com a colheita mecânica, devido a mistura dos efeitos dos danos causados por esse tipo de colheita, com os efeitos do atraso de colheita.

Zuffo et al. (2017) constataram que o retardamento da colheita de sementes a partir de 10 dias após R8 prejudica o vigor das sementes e, a partir de 15 dias, a germinação. O potencial germinativo das sementes tende a decrescer com o retardamento de colheita, como observado por Xavier et al. (2015). No entanto, a realização da colheita antecipada pode ser adotada, desde que seja utilizado colhedoras com sistema de trilha adequado e bem reguladas, evitando a ocorrência de elevados índices de danos mecânicos nas sementes (FRANÇA NETO et al., 2007).

Figura 5 – Porcentagem média de germinação em sementes da cultivar de soja M5917IPRO colhidas com diferentes teores de água (19,0 e 13,5%) de forma manual e colhedora.



Médias seguidas de mesma letra minúscula entre unidades de colheita e maiúscula entre tipos de colheita não diferem entre si pelo teste F a 5%.

As porcentagens médias de germinação após envelhecimento acelerado são apresentadas na Figura 6. As sementes colhidas manualmente com 19,0% umidade apresentaram 89% de vigor após envelhecidas artificialmente, 18% a mais que as sementes colhidas com 13,5% de umidade, que apresentaram 71% de vigor. Já as sementes colhidas mecanicamente não apresentaram diferença de vigor após envelhecimento acelerado para as diferentes umidades de colheita.

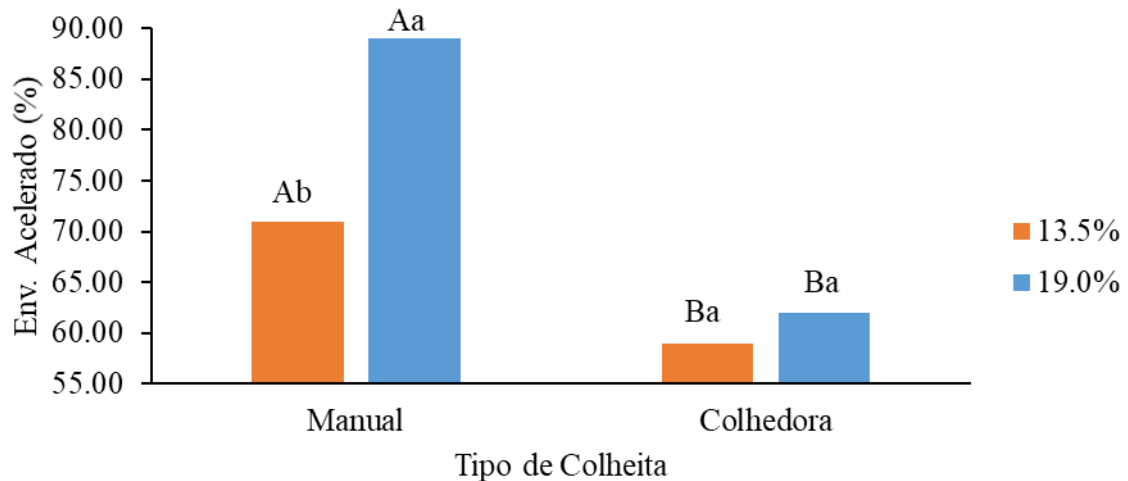
Sementes colhidas com 19,0% de umidade apresentaram maior qualidade fisiológica quando colhidas manualmente, com um vigor determinado por E.A., 27% maior do que as colhidas mecanicamente. Já as sementes colhidas com 13,5% de umidade também apresentaram maior qualidade fisiológica quando colhidas manualmente, com um vigor determinado por E.A. 12% maior do que as colhidas mecanicamente. Isso mostra que o processo de colheita mecânica ainda tem avanços a serem alcançados.

É observado que as maiores incidências de danos mecânicos causados pela colhedora como observado na incidência de danos mecânicos determinados pelo teste de tetrazólio refletiram no vigor das sementes nas duas umidades de colheita. E os efeitos do retardamento de colheita na qualidade fisiológica das sementes foram melhor visualizados com a colheita manual, por isolar os efeitos dos danos mecânicos, devido aos baixos danos causados com esse tipo de colheita/trilha. Fato não observado com a colheita mecânica, devido a mistura dos efeitos dos danos causados por esse tipo de colheita, com os efeitos do retardamento de colheita.

O período entre a maturidade fisiológica e a colheita e as oscilações das condições de umidade no campo podem causar danos às sementes, reduzindo seu vigor (CASTRO et al.,

2016). E a colheita mecânica sem os devidos cuidados com a regulagem correta da colhedora e umidade adequada das sementes para a operação, causam altos índices de danos mecânicos as sementes, afetando sua qualidade física, fisiológica e sanitária (CUNHA et al., 2009; FRANÇA NETO et al., 2007).

Figura 6 – Porcentagem média de germinação após o envelhecimento acelerado em sementes da cultivar de soja M5917IPRO colhidas com diferentes teores de água (19,0 e 13,5%) de forma manual e colhedora.



Médias seguidas de mesma letra minúscula entre umidades de colheita e maiúscula entre tipos de colheita não diferem entre si pelo teste F a 5%.

5. CONCLUSÕES

O retardamento de colheita, entre 19% e 13,5% de teor de água nas sementes, proporcionou maiores incidências de danos mecânicos e deterioração por umidade nas sementes, independente da metodologia de colheita.

A colheita mecânica ocasionou maior ocorrência de danos mecânicos, independente do teor de água das sementes. A metodologia de colheita não influenciou na ocorrência de danos por umidade nas sementes.

A colheita manual com sementes a 19% proporcionou maior qualidade fisiológica das sementes.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE SEMENTES DE SOJA (ABRASS). **Sementes de soja – O setor de sementes de soja** - 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS - ABIOVE. **Importância Econômica e Social**. 2015.
- BAGATELI, J. R. et al. Productive performance of soybean plants originated from seed lots with increasing vigor levels. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 41, n. 2, p. 151-159, 2019.
- BLACK, R. J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva. In CÂMARA, G. M. S. (Ed.). **Soja: tecnologia de produção II**. Piracicaba: ESALQ, p.1 18, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 398 p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- CARVALHO, T. C.; NOVEMBRE, A. D. L. C. Qualidade de sementes de soja colhidas de forma manual e mecânica com diferentes teores de água. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 155-166, 2012.
- CASTRO, E. M. et al. Physiological quality of soybean seeds produced under artificial rain in the pre-harvesting period. **Journal of Seed Science**, v. 38, n. 1, p. 14-21, 2016.
- CHUNG, G.; SINGH, R.J. Broadening the Genetic Base of Soybean: Multidisciplinary Approach. **Critical Reviews in Plant Science**, Boca Raton, v. 27 n.5, p. 295-341, 2008.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). 2º levantamento – Safra 2019/2020 **Boletim Grãos novembro 2019** – Completo 2019.
- COSTA, A. C. P. et al. Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 128-132, 2003.
- COSTA, N. P. da et al. Avaliação da qualidade de sementes e grãos de soja provenientes da colheita mecanizada, em diferentes regiões do Brasil. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 211-219, 2002.
- COSTA, N. P. et al. Efeito de sementes verdes na qualidade fisiológica de semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.2, p.102-107, 2011.
- CUNHA, J. P. A. R. et al. Qualidade das sementes de soja após a colheita com dois tipos de colhedora e dois períodos de armazenamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1420-1425, 2009.

DANELLI, A. L. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja e função do tratamento químico de sementes e foliar no campo. **Ciencia Tecnología**, Madrid, v. 4, n. 2, p. 29-37, 2011.

DINIZ, F. O. et al. Incidence of pathogens and field emergence of soybean seeds subjected to harvest delay. **Journal of Seed Science**, v. 35, n. 4, p. 478-484, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil**. Londrina, 2006. 225 p.

FEHR, W. R. et al. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, v. 11, n. 6, p. 929-931, 1971.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1984. (Circular técnica, 9).

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYŻANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998. 71p. (EMBRAPA-CNPSO, Documentos, 115).

FRANÇA NETO, J. B. et al. **Tecnologia para produção de sementes de soja de alta qualidade série sementes**. Londrina: EMBRAPA Soja, 2007. 12 p. (Circular Técnica, 40).

FRANÇA NETO J. B.; KRZYŻANOWSKI F. C.; HENNING A. A. A importância do uso de semente de soja de alta qualidade. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 20, n.1,2, p.37 - 38, 2010.

FRANÇA NETO, J. de B. et al. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82p. (Embrapa Soja. Documentos, 380).

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.12; 2011.

GRIS, C. F. et al. Qualidade fisiológica e teor de lignina no tegumento de sementes de soja convencional e transgênica RR submetidas a diferentes épocas de colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 374-381, 2010.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO; J. J. **Evolução e perspectiva de desempenho econômico associados com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 3. ed. p. 67, 2011.

HENNING, F.A., et al. **Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor**. Bragantia, Jaboticabal, v.69, n.3, p.727- 734, 2010.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. 2.ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52p. (Embrapa Soja. Documentos, 264).

HOLTZ, V. R.; Elton Fialho dos. Perdas na colheita mecanizada de soja: uma análise quantitativa e qualitativa. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 3, p. 347-353, 2013.

HUNGRIA, M. et al. The importance of nitrogen fixation to soybean cropping in South America. In: WERNER, D.; NEWTON, W. Nitrogen fixation in agriculture, forestry, ecology and the environment. Dordrecht, **Springer**, p. 25- 42. 2005.

KRZYZANOWSKI, F. C. et al. **Tecnologias para Produção de Sementes de Soja**. **Embrapa Soja**, Londrina, 1. ed., p. 32, 2015.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 3.1-3.21.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed., Londrina: ABRATES, 2015. 660p.

OLIVEIRA, A.; SADER, R.; KRZYZANOWSKI, F. C. Danos mecânicos ocorridos no beneficiamento de sementes de soja e suas relações com a qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 59-66, jan. 1999.

PAIVA, L.E.; MEDEIROS, S.F.; FRAGA, A.C. Beneficiamento de sementes de milho colhidas mecanicamente em espigas: efeitos sobre danos mecânicos e qualidade fisiológica. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.24, p.846-856, 2000.

PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A; SCHUCH, L. O. B. Produção de sementes In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes fundamentos científicos e tecnológicos**. 3. ed. Pelotas: UFPel, 2012. 418 p.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; BARROS, H. B. Origem, evolução e importância econômica. In: SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenasa, 2009. cap. 1, p. 1-5.

SEDIYAMA, T. **Produtividade da soja**. Londrina: Mecenasa, 2016.

TREICHEL, M.; CARVALHO, C.; BELING, R. R. **Anuário brasileiro de sementes 2016**. Santa Cruz do Sul: Ed. Gazeta, Santa Cruz, 2016. 72 p.

TERASAWA, J. M. et al. **Antecipação da colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja**. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p. 765-773, 2009.

XAVIER, T. S. et al. Época de colheita na qualidade de sementes de genótipos de soja. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 2, p. 241-245, 2015.

ZUFFO, A. M. et al. Physiological and sanitary quality of soybean seeds harvested at different periods and submitted to storage. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 47, n. 3, p. 312-320, 2017.